

ELECTROSTATIC CHUCK

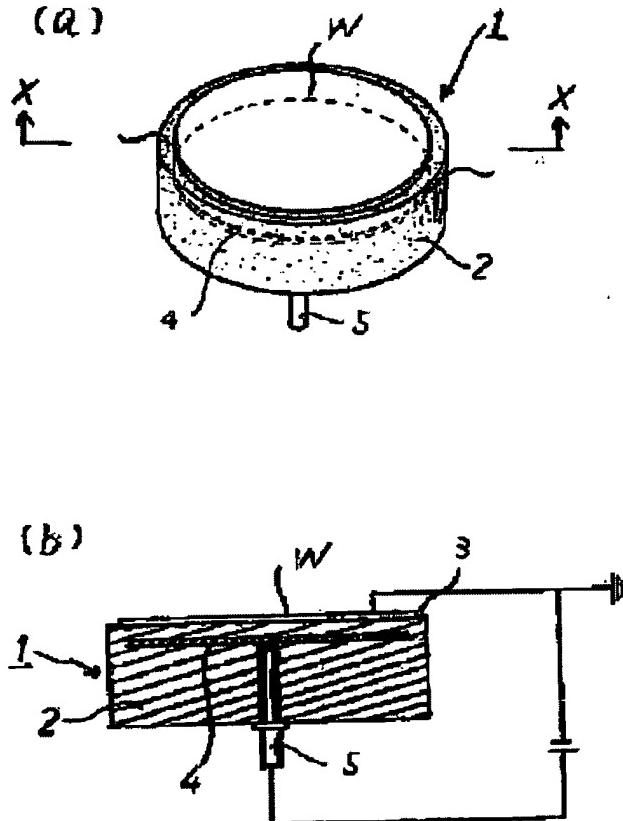
Patent number: JP11163112
Publication date: 1999-06-18
Inventor: MIKAMI KAZUHIKO; AIDA HIROSHI; ITOU YUMIKO
Applicant: KYOCERA CORP
Classification:
 - International: B23Q3/15; C04B35/581; H01L21/68; H02N13/00;
 B23Q3/15; C04B35/581; H01L21/67; H02N13/00;
 (IPC1-7): H01L21/68; B23Q3/15; C04B35/581
 - european:
Application number: JP19970329336 19971128
Priority number(s): JP19970329336 19971128

[Report a data error here](#)

Abstract of JP11163112

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance a film forming accuracy or an etching accuracy for a fixed body by using a nitriding aluminum sintered material the volume intrinsic resistance of a specific temperature domain of which stays within a specified range.

SOLUTION: This electrostatic chuck 1 is such that a main face of a discoidal ceramic body 2 is set as a connecting face 3 with a body W to be fixed, and a discoidal electrode 4 for an electrostatic sucking is embedded in the ceramic body 2. The ceramic body 2 has a dielectric constant higher than or equal to 13 and is formed by a nitriding aluminum sintered material the volume intrinsic resistance under 200 deg.C of which stays in a range equal to or more than 10^{12} $\Omega \cdot \text{cm}$ and less than 10^{13} $\Omega \cdot \text{cm}$. By applying a voltage between the body W installed on the connecting face 3 and the electrode 4 for the electrostatic sucking embedded in the ceramic body 2, an sucking force of Johnson-Rahbeck effect is generated in a temperature atmosphere equal to or below 200 deg.C, and the body W can be held firmly.



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-163112

(43)公開日 平成11年(1999)6月18日

(51)Int.Cl.^a
H 01 L 21/68
B 23 Q 3/15
C 04 B 35/581

識別記号

F I
H 01 L 21/68 R
B 23 Q 3/15 D
C 04 B 35/581 104 Y

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-329336

(22)出願日 平成9年(1997)11月28日

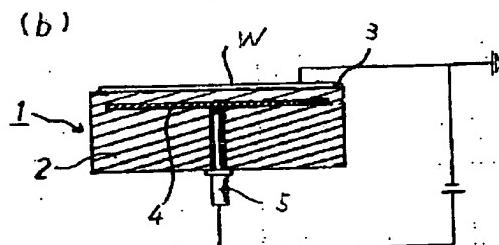
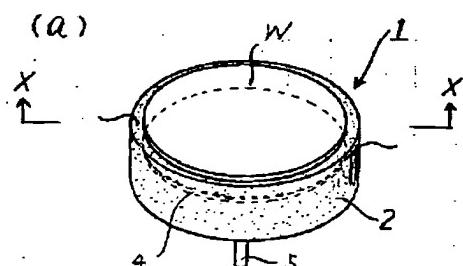
(71)出願人 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(72)発明者 三上 一彦
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内
(72)発明者 会田 比呂史
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内
(72)発明者 伊東 裕見子
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(54)【発明の名称】 静電チャック

(57)【要約】

【課題】200°C以下の温度雰囲気下においてジョンソン・ラーベック力による高い吸着力が得られるようになるとともに、被固定物Wへのプラズマ密度を高め、成膜やエッチングの処理速度を高めることができる静電チャック1を提供する。

【解決手段】静電チャック1のウエハを静電吸着力により吸着保持する当接面3を、誘電率13以上を有するとともに、200°C以下の温度域における体積固有抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 未満の範囲にある窒化アルミニウム質焼結体により形成する。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】被固定物を静電吸着力により吸着保持する当接面が、誘電率13以上を有するとともに、200°C以下の温度域における体積固有抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 未満の範囲にある窒化アルミニウム質焼結体からなる静電チャック。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、被固定物を静電吸着力によって吸着保持する静電チャックに関するものであり、主に半導体装置の製造工程において半導体ウエハなどの被固定物を保持するのに使用されるものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体製造工程において、半導体ウエハ（以下、ウエハと称す。）に微細加工を施すためのエッティング工程や薄膜を形成するための成膜工程等においては、ウエハを精度良く保持するために静電チャックが使用されている。

【0003】この種の静電チャックとしては、例えば、静電吸着用の電極板上にアルミナ、サファイアなどからなるセラミック誘電体層を形成したもの（特開昭60-261377号公報）や、絶縁基体の上に静電吸着用の電極を形成し、その上にセラミック誘電体層を形成したもの（特開平4-34953号公報）、さらにはセラミック誘電体の内部に静電吸着用の電極を埋設したもの（特開昭62-94953号公報）が提案されており、いずれもセラミック誘電体の上面をウエハとの当接面としたものがあった。そして、当接面上にウエハを載置して静電吸着用の電極とウエハとの間に通電することで誘電分極によるクーロン力やジョンソン・ラーベック力を発現させてウエハを吸着保持するようになっていた。

【0004】なお、上記静電チャックには静電吸着用の電極を複数個に分割し、各電極間に電圧を印加することで当接面上に載置したウエハを吸着保持するようにした双極型のものもあった。

【0005】ところが、近年、半導体素子における集積回路の集積度が向上するに伴って当接面を構成するセラミック誘電体層には、ウエハの脱着に対する耐摩耗性と、各種処理工程で使用される腐食性ガスに対する耐食性に加え、耐プラズマ性が要求されており、さらには高熱伝導率を有する材料が望まれるようになり、これらの要求を満足する材料として高純度の窒化アルミニウム質焼結体や、焼結助剤として Y_2O_3 や Er_2O_3 を含有した窒化アルミニウム質焼結体を用いることが提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高純度窒化アルミニウム質焼結体や焼結助剤として Y_2O_3 や Er_2O_3 を含有する窒化アルミニウム質焼結体からなる静電チャックは、室温域（25°C）における体積固有

2

抵抗値が $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であるために200°C以下の温度域では高い吸着力が得られず、ウエハを精度良く保持することができなかった。

【0007】即ち、静電チャックの吸着力には、誘電分極によるクーロン力と微少な漏れ電流によるジョンソン・ラーベック力の2種類があり、その吸着力はクーロン力よりもジョンソン・ラーベック力の方が高いことが知られているのであるが、このジョンソン・ラーベック力を発現させるためには静電吸着用の電極とウエハとの間に介在するセラミックスの体積固有抵抗値を $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 未満とする必要があった。その為、200°C以下の温度域における抵抗値が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である上記窒化アルミニウム質焼結体を用いた静電チャックではジョンソン・ラーベック力が得られず、その結果、歪みをもったウエハを吸着させると、ウエハの全面を当接面に接触させることができないためにウエハの平坦化及び均熱化が損なわれ、成膜工程では均一な厚み幅をもった薄膜を形成することができず、エッティング工程では精度の良い加工を施すことができなかった。

【0008】また、上記窒化アルミニウム質焼結体は誘電率が9程度とそれほど高くないため、プラズマを発生させると、静電チャックに誘起された電圧とウエハに誘起された電圧との差が大きく、静電チャックの当接面側でのプラズマ密度が高くなり、相対的にウエハの表面でのプラズマ密度が低下するために成膜速度やエッティング速度が遅く、生産効率を高めることができなかった。

【0009】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記課題に鑑み、静電チャックの少なくとも被固定物との当接面を、誘電率13以上を有するとともに、200°C以下の温度域における体積固有抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にある窒化アルミニウム質焼結体により形成したものである。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0011】図1は本発明に係る静電チャック1の一例を示す図で、(a)は斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【0012】この静電チャック1は、円盤状をしたセラミック基体2の一主面を被固定物Wとの当接面3とし、セラミック基体2の内部に円板状をした静電吸着用の電極4を埋設したものであり、上記セラミック基体2は、誘電率13以上を有するとともに、200°C以下の体積固有抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にある窒化アルミニウム質焼結体により形成してある。また、上記当接面3と反対側の面には静電吸着用の電極4と電気的に接続された給電端子5を接合してある。

【0013】そして、上記当接面3に載置する被固定物Wとセラミック基体2内に埋設する静電吸着用の電極4

との間に電圧を印加すれば、200°C以下におけるセラミック基体2の体積固有抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるため、この温度域においてジョンソン・ラーベック力を発現させて被固定物Wを強固に吸着保持することができる。

【0014】また、上記セラミック基体2を構成する窒化アルミニウム質焼結体は、従来の窒化アルミニウム質焼結体と比較して誘電率が13以上と高いことから、被固定物Wに成膜処理やエッティングの処理を施すためにプラズマを発生させれば、静電チャック1に誘起された電圧と被固定物Wに誘起された電圧との差を小さくできるため、静電チャック1の当接面側でのプラズマ密度が低くなり、相対的に被固定物Wの表面でのプラズマ密度を高めることができ、被固定物Wへの成膜速度やエッティング速度を高めて生産性を向上させることができる。

【0015】さらに、静電吸着用の電極4は耐熱性に優れたセラミック基体2内に完全に埋設された構造であることから、比較的の高温の200°C付近においても使用可能であり、さらには静電チャック1全体が他のセラミックスに比べて優れた耐プラズマ性、耐食性を有する窒化アルミニウム質焼結体からなるため、成膜工程やエッティング工程などにおいてプラズマや腐食性ガスに曝されたとしても腐食摩耗が少なく、長期使用が可能である。

【0016】ところで、このような誘電率13以上を有するとともに、200°C以下の温度域における体積固有抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にある窒化アルミニウム質焼結体としては、TiN, ZrN, HfN, NbN, TaN, VN等の周期律表4A, 5A族元素の窒化物やTiC, ZrC, HfC, NbC, TaC, VC等の周期律表4A, 5A族元素の炭化物を含む窒化アルミニウム質焼結体を用いれば良い。

【0017】ここで、周期律表4A, 5A族元素の窒化物や炭化物は、窒化アルミニウム質焼結体の体積固有抵抗値を下げるとともに、誘電率を高めるために含有したものであり、焼結体中において窒化アルミニウム主結晶相の粒界相に存在するものであるが、この含有量が12容量%未満では、粒界相に存在する周期律表4A, 5A族元素の窒化物や炭化物同士の導通がとり難いために焼結体の抵抗値を下げる効果が小さく、また、焼結体の誘電率を高める効果も小さいからであり、逆に、含有量が22.5容量%より多くなると、焼結体の誘電率を13以上とすることができるものの、焼結体の抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 未満となり、漏れ電流量が多くなるために被固定物Wがシリコンウエハである場合には悪影響を与える恐れがある。

【0018】従って、上記周期律表4A, 5A族元素の窒化物や炭化物は、12~22.5容量%の範囲で含有することが良く、好ましくは15~20容量%の範囲が良い。なお、好ましい窒化アルミニウム質焼結体としては誘電率が15以上、抵抗値が $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 10

$10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあるものが良い。

【0019】また、上記窒化アルミニウム質焼結体にはセリウム(Ce)の酸化物を含有することが好ましい。セリウム(Ce)は焼成時に主成分をなすAINと反応し、Al, Ce, Oからなる化合物(例えば, CeAlO₃)を粒界相に生成し、所望の抵抗値を有する焼結体を再現性良く製造することができるとともに、温度変化に対する焼結体の抵抗値の変化を小さくする効果もあるため、広範囲な温度域で使用可能な静電チャック1を提供できるからである。

【0020】ただし、セリウム(Ce)の含有量が酸化物換算で2容量%より少ないと、抵抗値の急激な低下を抑えるとともに、抵抗値を制御する効果が得られず、逆に、20容量%より多くなると焼結体の抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{m}$ 未満と小さくなりすぎるために吸着時における漏れ電流量が多くなり、被固定物Wがシリコンウエハである場合には悪影響を与えることになる。

【0021】従って、セリウム(Ce)は酸化物換算で2~20容量%、特に10~15容量%の範囲で含有することが良い。

【0022】なお、主成分である窒化アルミニウムは難焼結材であるため、焼結性を高める観点から焼結助剤としてイットリウム(Y), エルビウム(Er), イッテルビウム(Yb)等を酸化物換算で2容量%以下の範囲で含有しても良い。

【0023】さらに、焼結体中における窒化アルミニウムの平均結晶粒子径は2~50μm、好ましくは10~30μmであるものが良い。これは、窒化アルミニウムの平均結晶粒子径を2μm未満とすることは製造上難しく、平均結晶粒子径が50μmより大きくなると緻密化することが難しくなり、焼結体の強度、硬度が大幅に低下することからウエハWとの脱着に伴う摺動によって静電チャック1の当接面3が摩耗し易くなり、また、成膜工程やエッティング工程等におけるプラズマや腐食性ガスによって腐食摩耗し易くなるために、静電チャック1の寿命が短くなるとともに、被固定物Wにパーティクルを発生させるからである。

【0024】一方、セラミック基体2に埋設する静電吸着用の電極4としては、焼成時及び加熱時におけるセラミック基体2との密着性を高めるために、セラミック基体2を構成する窒化アルミニウム質焼結体と熱膨張係数が近似したタンゲステン(W)、モリブデン(Mo)、白金(Pt)等の耐熱性金属により形成することが良く、また、給電端子5もセラミック基体2との熱膨張差を小さくするために、タンゲステン(W)、モリブデン(Mo)、白金(Pt)等の耐熱性金属や鉄-コバルト-クロム合金により形成すれば良い。

【0025】ところで、図1に示す静電チャック1を製造するには、まず、セラミック基板2を構成する窒化アルミニウム質焼結体として、AIN粉末に対し、Ti

N, NbN, TaN, ZrN, HfN, VN等の周期律表4A, 5A族元素の窒化物やTiC, NbC, TaC, ZrC, HfC, VC等の周期律表4A, 5A族元素の炭化物を12~22.5容量%の範囲で添加とともに、CeO₂の粉末を2~20容量%の範囲で添加する。なお、前記周期律表4A, 5A族元素の窒化物や炭化物は、Ti, Nb, Ta, Zr, Hf, Vなどの金属酸化物の状態で添加しても良く、還元雰囲気中で焼成することによりそれぞれの炭化物や窒化物とすることができる。そして、この混合物にバインダーと溶媒を加えて泥漿を作製したあと、ドクターブレード法にてグリーンシートを複数枚形成し、このうち1枚のグリーンシート上に静電吸着用の電極4をなす金属ペーストをスクリーン印刷機にて所定の電極パターン形状に敷設する。

【0026】そして、この電極パターンを覆うように残りのグリーンシートを積層し、50~150°C、30~70kg/cm²の圧力で熱圧着することによりグリーンシート積層体を製作したあと、上記グリーンシート積層体に切削加工を施して円盤状とする。しかるのち、上記グリーンシート積層体を真空脱脂したあと、窒素雰囲気下において1500~2000°C程度の温度で1~数時間程度焼成することにより、タンゲステンからなる静電吸着用の電極4を埋設してなる円盤状のセラミック基体2を製作したあと、静電吸着用の電極4が埋設されている側の表面に研磨加工を施して当接面3を形成とともに、当接面3と反対側の面に前記静電吸着用の電極4と連通する穴を穿孔し、該穴に給電端子5をロウ付け接合することにより図1に示す静電チャック1を得ることができる。

【0027】なお、図1に示す静電チャック1では、セラミック基体2の内部に静電吸着用の電極4のみを備えた例を示したが、例えば、上記静電吸着用の電極4以外にヒータ用の電極を埋設しても良く、この場合、ヒータ用の電極により静電チャック1を直接発熱させることができるために、間接加熱方式のものに比べて熱損失が少な

く、また、セラミック基体2そのものが高熱伝導特性を有する窒化アルミニウム質焼結体からなるため、当接面3に保持した被固定物Wをムラなく均一に加熱することができる。さらに、静電吸着用の電極4以外にプラズマ発生用電極をセラミック基体2内に埋設しても良く、この場合成膜装置やエッティング装置の構造を簡略化することができる。

【0028】また、本実施形態ではセラミック基体2の全体を、誘電率13以上を有するとともに、200°C以下の温度域における体積固有抵抗値が10⁹Ω·cm以上10¹²Ω·cm未満の範囲にある窒化アルミニウム質焼結体により形成した例を示したが、少なくとも被固定物Wを吸着保持する当接面3が上記誘電率と抵抗値を有する窒化アルミニウム質焼結体により形成してあれば良い。

【0029】(実施例) 誘電率及び体積固有抵抗値の異なる窒化アルミニウム質焼結体によりセラミック基体2を形成した図1の静電チャック1を試作し、プラズマ機能を備えたエッティング装置に組み込んでシリコンウエハWを加工した時の吸着力とエッティング速度についてそれぞれ実験を行った。

【0030】本実験では、セラミック基体2を構成する窒化アルミニウム質焼結体としてTiN, TaN, TiC, NbN, VN, ZrNのいずれか一種とCeO₂を含有したものを用い、これらの含有量を異ならせることにより誘電率と抵抗値の異なるものを製作した。

【0031】そして、25°Cの温度域でこれらの静電チャック1に500Vの電圧を印加してウエハWを吸着保持させ、その時の吸着力を測定するとともに、この状態でプラズマを発生させてウエハWをエッティングし、単位時間あたりの処理速度をエッティング速度として算出した。

【0032】それぞれの結果は表1に示す通りである。

【0033】

【表1】

	AlN量 (vol%)	TiN量 (vol%)	Ce量 (vol%)	AlN焼結体 の抵抗値	AlN焼結体 の誘電率	吸着力 (g/cm ²)	エッチング速度 (Å/min)
※1	100	0	0	10 ¹⁴ Ω·cm	9	50	1000
※2	90	5	5	10 ¹³ Ω·cm	10	50	1000
※3	87	10	3	10 ¹³ Ω·cm	12	70	1100
4	85	15	2	10 ¹⁰ Ω·cm	15	70	1800
5	81	12	10	10 ⁹ Ω·cm	13	200	1500
※6	80	10	10	10 ⁹ Ω·cm	12	200	1100
7	75	20	5	10 ⁹ Ω·cm	50	200	2000
※8	70	10	20	10 ⁹ Ω·cm	12	200	1100
※9	68	30	2	10 ⁶ Ω·cm	470	150	2300
※10	65	10	25	10 ⁹ Ω·cm	12	200	1100
※11	65	30	5	10 ⁵ Ω·cm	470	150	2300
12	75	TaN:20	5	10 ⁹ Ω·cm	55	200	2000
13	75	TiC:20	5	10 ⁹ Ω·cm	50	200	2000
14	75	NbN:20	5	10 ⁹ Ω·cm	55	200	2000
15	75	VN:20	5	10 ⁹ Ω·cm	45	200	2000
16	75	ZnN:20	5	10 ⁶ Ω·cm	50	200	2000

※本発明範囲外

【0034】この結果、試料No. 1～3では、TiNの添加量が少ないために窒化アルミニウム質焼結体の抵抗値が10¹³ Ω·cm以上と高く、その結果、クーロン力による吸着力しか得られず、その吸着力は高いものでも70 g/cm²程度であった。また、誘電率も13未満であることから、エッチング速度は高いものでも1100 Å/minであった。

【0035】また、試料No. 6, 8, 10は、窒化アルミニウム質焼結体の抵抗値が10⁹ Ω·cmであるため、ジョンソン・ラーベック力による吸着力を発現させることができ、その吸着力を100 g/cm²以上とすることができたものの、誘電率が13未満であることから、エッチング速度は1100 Å/minであった。

【0036】さらに、試料No. 9, 11では、TiNの添加量が多くるために窒化アルミニウム質焼結体の抵抗値が10⁵ Ω·cmにまで低下し、吸着力を高めることができたものの、漏れ電流量が多くウエハWに悪影響を与える恐れがあった。

【0037】これに対し、試料No. 4, 5, 7, 12～16は、窒化アルミニウム質焼結体の抵抗値が10⁹ Ω·cm以上10¹² Ω·cm未満の範囲にあるため、ジョンソン・ラーベック力による吸着力を発現させることができ

き、その吸着力を100 g/cm²以上とすることができるとともに、誘電率も13以上であることからエッチング速度を1500 Å/min以上にまで高めることができた。

【0038】

【発明の効果】以上のように、本発明の静電チャックによれば、ウエハを静電吸着力により吸着保持する当接面が、誘電率13以上を有するとともに、200°C以下の温度域における体積固有抵抗値が10⁹ Ω·cm以上10¹² Ω·cm未満の範囲にある窒化アルミニウム質焼結体からなるため、200°C以下の温度雰囲気下においてジョンソン・ラーベック力による吸着力を発現させ、高い吸着力でもって被固定物を精度良く保持することができるところから、被固定物への成膜精度やエッチング精度を高めることができるとともに、被固定物へのプラズマ密度を高めることができるとともに、被固定物への成膜やエッチングの処理速度を高めることができ、生産効率を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明に係る静電チャック1の一例を示す図で、(a)は斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

9

10

【符号の説明】

1 …… 静電チャック
 2 …… セラミック基体
 3 ……
 4 …… 当接面
 5 …… 被固定物

4 …… 静電吸着用の電極
 5 …… 給電端子
 W ……

【図1】

